



ЗБОРНИК РАДОВА



XXX СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

2. - 4. октобар 2019. године
Хотел “Дивчибаре”, Дивчибаре, Србија

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



ЗБОРНИК РАДОВА

**XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Дивчибаре
2- 4. октобар 2019. године**

**Београд
2019. године**

**RADIATION PROTECTION SOCIETY OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

XXX SYMPOSIUM RPSSM
Divčibare
2nd - 4th October 2019

Belgrade
2019

ЗБОРНИК РАДОВА

XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ

2-4.10.2019.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“

Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Проф. др Снежана Пајовић, научни саветник

в.д. директора Института за нуклеарне науке Винча

Уредници:

Др Михајло Јовић

Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-154-2

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Михајло Јовић, Гордана Пантелић

Електронско издање:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2019.

INTERFEJS ZA POVEZIVANJE DOZIMETARA NA RAČUNAR I SLANJE PODATAKA NA VEB-SAJT

Miloš Đaletić¹ i Stevan Karimanović²

1) Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu zaštitu životne sredine „Zaštita”, Beograd, Srbija, djaletic@vinca.rs

2) JP „Nuklearni objekti Srbije”, Beograd, Srbija

SADRŽAJ

Značajan broj merača jonizujućeg zračenja u upotrebi nema mogućnost povezivanja na računar. U ovom radu je predstavljen interfejs koji omogućava povezivanje tih uređaja na računar ukoliko imaju izlaz za slušalice ili signalni impulsni izlaz. Interfejs se povezuje na računar putem univerzalne serijske magistrale i šalje izmerene vrednosti broja impulsa. Program na računaru prikazuje izmerene vrednosti u imp/s, a takođe ukoliko je poznat kalibracioni faktor, izmerene vrednosti se prikazuju i u radiološkim jedinicama – Gy ili Sv. Podaci se prikazuju i grafički, a postoji i mogućnost automatskog memorisanja. Program za računar je modifikacija unapređenog programa za uređaj GMC7. Dodata je i funkcija slanja podataka na veb-server, kao i prikaz izmerenih vrednosti na veb-strani. Uspešno je testirano više različitih merača kojima je proširena funkcionalnost ovim interfejsom.

1. Uvod

U upotrebi se još uvek nalazi veliki broj analognih merača kontaminacije i dozimetara. Kako bi se proširila funkcionalnost ovih uređaja, razvijen je jednostavan interfejs koji omogućava povezivanje merača na računar. Ovime se postižu dva cilja – povećanje rezolucije očitavanja izmerenih vrednosti i njihovo automatsko snimanje. Digitalno brojanje impulsa pomoću mikrokontrolera sa kvarcnim oscilatorom je daleko tačnije i stabilnije, posebno pri promeni ambijentalne temperature, od korišćenja RC integratora u analognim instrumentima. Korišćenjem kalibracionih faktora u računarskom programu, omogućena je i korekcija broja impulsa na mrtvo vreme detektora, kao i prikaz izmerenih vrednosti u radiološkim jedinicama – Gy ili Sv. Svi uređaji koji imaju izlaz za slušalice ili impulsni izlaz mogu se povezati na ovaj interfejs, pod uslovom da broj impulsa na izlazu odgovara realnom broju impulsa dobijenih sa detektora. Interfejs je uspešno korišćen sa meračima: KOMO-TN, KOMO-TM, DR-M1, DR-M3, DP-5B i SE International Monitor 4 kit [1-6].

2. Opis interfejsa

Interfejs je smešten u plastičnoj kutiji dimenzija prikladnih i za prenosni uređaj (slika 1). Na prednjoj strani se nalaze dve LE diode i prekidač za uključivanje. Crvena LE dioda zasvetli svaki put kada se na ulazu interfejsa detektuje impuls. Zelena LE dioda signalizira da je interfejs uključen. Prilikom uključivanja ona se na kratko upali, ugasi i potom trajno upali dok je interfejs uključen, što znači da je mikrokontroler

ispravan. Na zadnjoj strani kutije se nalaze USB konektor za povezivanje interfejsa na računar i BNC konektor za povezivanje na merač. Interfejs dobija potrebno napajanje sa USB porta računara na koji je povezan. Signal sa merača se dovodi na ulaz uobličivača signala.



Slika 1. Primer korišćenja interfejsa za povezivanje merača KOMO-TN na računar.

Ulaz je zaštićen od prenapona. Trimer potencijetrom se podešava nivo signala na potrebnu vrednost. Izlaz uobličivača je povezan na ulaz mikrokontrolera 18F4550. Mikrokontroler ima integrisan USB modul i direktno se povezuje na USB magistralu računara.

3. Opis programa

Program za računar je modifikovana verzija nove verzije programa GMC7. Nova verzija programa GMC7 je već opisana [7], stoga će u ovom radu biti dat samo opis modifikacije. U glavnom prozoru dodato je tekstualno polje u kome se ispisuje status, tj. odgovor servera. Ukoliko se dobije odgovor „OK”, podaci su uspešno poslani. U ostalim slučajevima, došlo je do greške. U prozoru „Settings”, dodato je polje u koje se upisuje adresa servera kome se šalju podaci, kao i polje za ID broj i lozinku. Nakon prvog i svakog sledećeg merenja, pored standardnog ispisivanja rezultata u glavnom prozoru, te vrednosti se zajedno sa kontrolnim podacima (među kojima je i vreme merenja) upisuju na listu za slanje. Jedan po jedan upis sa liste se šalje serveru. Ukoliko dođe do prekida komunikacije sa serverom, podaci se ne gube, već se čuvaju u listi. Po uspostavljanju veze sa serverom, podaci se šalju.

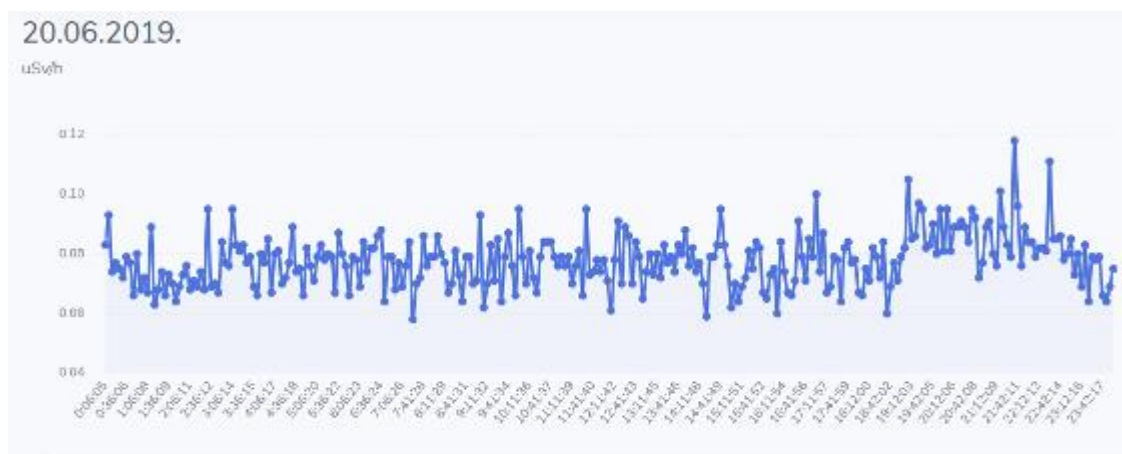
4. Opis veb-sajta

Kôd veb-sajta je napisan kombinacijom više veštačkih jezika: *HTML*, *CSS*, *PHP*, *JS* i *MySQL*. *HTML* i *CSS* su iskorišćeni za kreiranje dizajna veb-sajta (slika 2), *PHP* i *MySQL* su iskorišćeni za preuzimanje podataka sa servera, dok je *JS* iskorišćen za izradu samih grafikona. *MySQL* je relaciona baza otvorenog koda, koja se po učestalosti korišćenja u svetu nalazi na drugom mestu. Najviše korišćena je kao klijent-server model otvorenog koda relacionih baza podataka. *MySQL* se najčešće koristi kao baza podataka za veb aplikacije.



Slika 2. Dizajn veb-sajta.

Sa leve strane u padajućem meniju možemo da primetimo da postoji opcija *Connected devices online* u kojoj možemo da vidimo da li veb-sajt ima komunikaciju sa serverom. Ukoliko u bilo kom trenutku dođe do prekida komunikacije sa serverom, podaci se ne gube već čuvaju u samom *JS* fajlu. Takođe možemo da primetimo da postoji opcija za izmenu datuma, pregled grafikona i tabele za izabrani datum (slika 3 i 4).



Slika 3. Pregled grafikona za 20.06.2019. godine.

20.06.2019.

Table

Show 10 entries Search:

Datum	Vreme	Vrednost
20.06.2019.	0:06:05	0,083
20.06.2019.	0:11:05	0,093
20.06.2019.	0:16:05	0,074
20.06.2019.	0:21:05	0,077
20.06.2019.	0:26:06	0,075
20.06.2019.	0:31:06	0,072
20.06.2019.	0:36:06	0,079

Slika 4. Pregled tabele za 20.06.2019. godine.

5. Rezultati ispitivanja

Ispitivanja su vršena u Laboratoriji za radijaciona merenja, Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine „ZAŠTITA” Instituta „Vinča”, u etalonskom polju izvora Co-60. Ispitivana su tri analogna merača sa izlazom za slušalice. Nazivi modela i njihove karakteristike date su u tabeli 1.

Tabela 1. Merne karakteristike testiranih merača.

Naziv i proizvođač	Opseg merenja	Rezolucija	Merena veličina
KOMO-TM, INN Vinča	0 – 10 imp/s 0 – 100 imp/s 0 – 1000 imp/s	1/100 vrednosti opsega	Impulsi u sekundi
DR-M3, Rudi Čajavec	0,5 – 5000 $\mu\text{Gy/h}$	0,5 i 1 puta red veličine na log skali	Jačina doze u tkivu
Monitor 4 kit, SE International	0 – 5 $\mu\text{Sv/h}$ 0 – 50 $\mu\text{Sv/h}$ 0 – 500 $\mu\text{Sv/h}$	1/25 vrednosti opsega	Ambijentalni dozni ekvivalent

Prilikom testiranja merača KOMO-TM, prvo je izmeren broj impulsa pri određenim jačinama ambijentalnog doznog ekvivalenta. Referentne vrednosti su određene tako da se kazaljka na analognoj skali nalazi u prvoj i poslednjoj trećini opsega. Uporednim merenjem dobijeni su rezultati očitani sa skale instrumenta i rezultati u digitalnom obliku dobijeni pomoću interfajsa i računarskog programa. Izmerene vrednosti su date u tabeli 2. Na osnovu njih je određena i osetljivost tj. kalibracioni faktori, koji su uneti u podešavanja programa. Rezultati merenja su prikazani u tabeli 3.

Tabela 2. Rezultati uporednog merenja meračem KOMO-TM.

Referentna vrednost $\dot{H}^*(10)$ ($\mu\text{Sv/h}$)	Srednje pokazivanje merača (imp/s)	Srednje pokazivanje programa (imp/s)	Odstupanje srednjeg pokazivanja merača (%)	Osetljivost na osnovu pokazivanja merača ($\frac{\mu\text{Sv/h}}{\text{imp/s}}$)	Osetljivost na osnovu pokazivanja programa ($\frac{\mu\text{Sv/h}}{\text{imp/s}}$)
Fon	1,58	0,94	68,6	—	—
0,814	4,84	3,19	17,2	0,168	0,255
1,425	8,05	5,42	26,7	0,177	0,263
8,14	34,9	34,8	-2,3	0,233	0,234
14,25	60,4	59,7	-0,4	0,236	0,239
81,40	358,4	346,2	3,2	0,227	0,235
142,5	578,4	578,3	-0,1	0,246	0,246

Analizom rezultata iz tabele 2 vidi se odstupanje između srednjeg pokazivanja merača i srednjeg pokazivanja programa, posebno na prvom opsegu (0 – 10 imp/s). Uzrok tome je loša kalibracija RC integratora koji broj impulsa pretvara u strujni signal kojim se pokreće analogni instrument kojim se prikazuje izmerena vrednost, kao i kratka RC vremenska konstanta integratora. Na višim vrednostima odbroja, dolazi do izražaja i greška koja potiče od ograničene rezolucije analognog indikatora (1 i 10 imp/s). Korišćenjem interfejsa i programa, pokazivanje je digitalno i nema greške očitavanja kao kod analognog indikatora. Korisniku je omogućeno da zada vreme merenja, pa je i statistička greška merenja manja, posebno pri niskim jačinama doze i na nivou fona, kao i pri merenju uzoraka radi utvrđivanja kontaminacije.

**Tabela 3. Rezultati merenja ambijentalnog doznog ekvivalenta
meračem KOMO-TM.**

Referentna vrednost $\dot{H}^*(10)$ ($\mu\text{Sv/h}$)	Srednje pokazivanje programa ($\mu\text{Sv/h}$)	Odstupanje od referentne vrednosti (%)
0,814	0,782	-3,9
1,425	1,327	-6,9
8,14	8,53	4,8
14,25	14,63	2,7
81,40	84,82	4,2
142,5	141,7	-0,57

Rezultati merenja ambijentalnog doznog ekvivalenta korišćenjem interfejsa i programa su zadovoljavajući i odstupanja od referentnih vrednosti su manja od 10%.

Kao i u prethodnom slučaju, testiranje merača DR-M3 i Monitor 4 obavljeno je u dve etape. Prvo su određeni kalibracioni faktori na osnovu izmerenog broja impulsa u sekundi pri referentnim vrednostima jačine doze pomoću interfejsa i računarskog programa, a zatim su uneti u podešavanja programa i merenja su ponovljena. Dobijene su vrednosti date u tabelama 4 i 5.

Tabela 4. Rezultati uporednog merenja meračem DR-M3.

Referentna vrednost jačine doze u tkivu ($\mu\text{Gy/h}$)	Srednje pokazivanje merača ($\mu\text{Gy/h}$)	Srednje pokazivanje programa ($\mu\text{Gy/h}$)	Odstupanje srednjeg pokazivanja merača (%)	Odstupanje srednjeg pokazivanja programa (%)
3	3,5	3,29	16,6	9,7
30	27	30,18	-10,0	0,60
300	300	286,2	0,0	-4,6
3000	4000	3068	33,4	2,3

Tabela 5. Rezultati uporednog merenja meračem Monitor 4.

Referentna vrednost $\dot{H}^*(10)$ ($\mu\text{Sv/h}$)	Srednje pokazivanje merača ($\mu\text{Sv/h}$)	Srednje pokazivanje programa ($\mu\text{Sv/h}$)	Odstupanje srednjeg pokazivanja merača (%)	Odstupanje srednjeg pokazivanja programa (%)
3	3,6	3,00	20,0	0,06
30	34	32,63	13,3	8,8
300	350	300,0	16,7	0,01

Analizom rezultata iz tabela 4 i 5, vidi se da je korišćenje interfejsa značajno smanjilo odstupanje rezultata merenja u odnosu na rezultate merenja dobijene očitavanjem sa skale instrumenta.

6. Zaključak

U radu je opisan interfejs koji omogućava povezivanje analognih merača zračenja na računar i koji im poboljšava i proširuje merne karakteristike. Korišćenjem interfejsa otklanja se greška koja potiče od promene vrednosti elemenata RC integratora ili od njegove loše kalibracije. Takođe, greška očitavanja koja potiče od paralakse više ne postoji, a i rezolucija je poboljšana. Mogućnost zadavanja vremena merenja tj. vremena integracije, dozvoljava smanjivanje statističke greške merenja, posebno pri niskim nivoima jačine doze. Kod većine uređaja se vreme integracije ne može menjati, osim kod merača KOMO-TN (slika 1). Ukoliko uređaj ima više opsega merenja, ako se odabere najveći opseg, više nije potrebno brinuti o promeni opsega sa promenom jačine doze. Grafički prikaz, automatsko snimanje i slanje izmerenih podataka na veb-sajt su dodatne funkcije kojima se značajno proširuje upotrebljivost analognih merača zračenja.

7. Literatura

- [1] Uputstvo za korišćenje, KOMO-TN, Prenosni radiološki merač zračenja, Institut za nuklearne nauke „Boris Kidrič”, Vinča.
- [2] Uputstvo za korišćenje, KOMO-TM, Prenosni radiološki merač zračenja, Institut za nuklearne nauke „Boris Kidrič”, Vinča.

- [3] Interno uputstvo za korišćenje, Radiološki detektor DR-M1, Institut Vinča.
- [4] Interno uputstvo za korišćenje, Radiološki detektor DR-M3.
- [5] Interno uputstvo za korišćenje, Radiološki detektor DP-5B.
- [6] Operating manual for the Monitor 4, https://seintl.com/support/manuals/M4II_Family_Operation_Manual_English.pdf (pristupljeno 11.04.2019.).
- [7] Miloš Đaletić, Unapređenja digitalnog merača radioaktivnog zračenja DMRZ-M15, *Zbornik radova XXX simpozijuma Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore* 2019.

INTERFACE FOR CONNECTING DOSIMETERS TO A COMPUTER AND FOR DATA SENDING TO WEB SITE

Miloš Đaletić¹ and Stevan Karimanović²

- 1) *Vinca Institute of Nuclear Sciences, Radiation and Environmental Protection Department, Belgrade, Serbia, djaletic@vinca.rs*
- 2) *Public Company „Nuclear facilities of Serbia“, Belgrade, Serbia*

ABSTRACT

Substantial number of dosimeters in use does not have PC connection capability. Interface presented in this paper allows them to be connected to a PC in case they have earphone or pulse output connector. Interface is connected to a PC via USB cable and it sends measured pulse count. PC program is used to display measured results in counts per second and in case of known meter sensitivity (calibration factor), results can be displayed in radiological units – Gy or Sv, as well. Measured data is also shown in form of a chart and there is an auto record option. PC program is a modified version of the GMC7 program. Capability of data sending to the web server is added, and a web page is made for a data display. Interface was successfully tested with several different dosimeters, broadening their functionality.